

Mixing light rod [optical integrator bar?] and use of such a mixing light rod in an optical device with a plane to be illuminated.

A mixing light rod (2), which comprises an entering face (7) and an exit face (8) for guiding light that is fed in via the entering face (7) along a light-guiding device toward the exit face (8), is provided with light guiding devices (9, 10) that are optically coupled and sequentially arranged in light-guiding direction. One of these light guiding devices is a full mixing rod section (9) and the other one has a hollow cross section that is delimited by reflecting surfaces (15, 16, 17, 18), wherein the end facing away from the full mixing rod section (9) forms the exit face or the entering face (8, 7).



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 101 03 099 A 1**

51 Int. Cl. 7:
G 02 B 27/18
G 02 B 6/26

21 Aktenzeichen: 101 03 099.1
22 Anmeldetag: 24. 1. 2001
43 Offenlegungstag: 8. 8. 2002

DE 101 03 099 A 1

71 Anmelder:
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

74 Vertreter:
Dr. Werner Geyer, Klaus Fehners & Partner, 80687
München

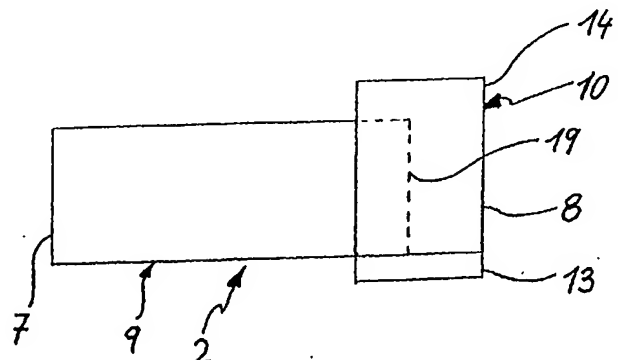
72 Erfinder:
Symanowski, Christfried, 07745 Jena, DE; Schmidt,
Dietrich, 07747 Jena, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lichtmischstab und Verwendung eines solchen Lichtmischstabes bei einer Optikvorrichtung mit einer zu beleuchtenden Fläche

57 Bei einem Lichtmischstab (2) mit einer Eintrittsfläche (7) und einer Austrittsfläche (8), der über die Eintrittsfläche (7) eingekoppeltes Licht entlang einer Lichtführungsrichtung zur Austrittsfläche (8) führt, sind in der Lichtführungsrichtung hintereinander angeordnete und optisch miteinander gekoppelte Lichtführungseinrichtungen (9, 10) vorgesehen, von denen eine ein Vollmischstab-Abschnitt (9) ist und die andere einen von reflektierenden Flächen (15, 16, 17, 18) begrenzten Hohlquerschnitt aufweist, wobei ihr dem Vollmischstab-Abschnitt (9) abgewandtes Ende die Austritts- oder Eintrittsfläche (8, 7) bildet.



DE 101 03 099 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Lichtmischstab mit einer Eintrittsfläche und einer Austrittsfläche, der über die Eintrittsfläche eingekoppeltes Licht entlang einer Lichtführungsrichtung zur Austrittsfläche führt. Die Erfindung bezieht sich ferner auf die Verwendung eines solchen Lichtmischstabs bei einer Optikvorrichtung mit einer zu beleuchtenden Fläche und einer Beleuchtungsoptik, die die Austrittsfläche auf die zu beleuchtende Fläche abbildet.

[0002] Ein solcher Lichtmischstab wird beispielsweise zum gleichmäßigen Ausleuchten eines bilderzeugenden Elementes in einem sogenannten digitalen Projektor eingesetzt. Dazu wird über die Eintrittsfläche Licht in den Lichtmischstab eingekoppelt, wodurch an der Austrittsfläche ein möglichst gleichmäßig leuchtendes Feld erzeugt wird, das mittels einer Beleuchtungsoptik auf das bilderzeugende Element abgebildet wird. Das durch das bilderzeugende Element erzeugte Bild wird dann mittels einer Projektionsoptik auf eine Projektionsfläche projiziert. Ein solcher Lichtmischstab ist herkömmlicherweise als Voll- oder Hohl-mischstab ausgebildet.

[0003] Ein Vollmischstab ist beispielsweise quaderförmig und besteht aus einem für das Licht transparenten Material. Das eingekoppelte Licht, das nicht direkt von der Eintritts-zur Austrittsfläche gelangt, wird zur Austrittsfläche mittels Totalreflexion an den Grenzflächen des Vollmischstabes zur Luft geführt. Da bei der Totalreflexion das Licht ohne Verlust reflektiert wird, sind beim Vollmischstab lediglich die sehr geringen Verluste der Materialabsorption vorhanden, so daß fast das gesamte eingekoppelte Licht zur Austrittsfläche geführt wird. Bei einem Vollmischstab besteht jedoch die Schwierigkeit, daß Beschläge und/oder Verschmutzungen auf der Eintrittsfläche und insbesondere auf der Austrittsfläche zu einer Verschlechterung der Gleichmäßigkeit des in der Austrittsfläche erzeugten leuchtenden Feldes führen, was zur Verschlechterung der Bildqualität eines digitalen Projektors führt. Ferner ist der Lichtmischstab normalerweise so angeordnet, daß der sekundäre Fokus der Lichtquelle, die das Licht abgibt, das in den Lichtmischstab eingekoppelt wird, in der Eintrittsfläche liegt. Dies führt zu starken thermischen Belastungen des Vollmischstabes in dem Eintrittsbereich.

[0004] Ein Hohlmischstab weist im Gegensatz zum Vollmischstab in Längsrichtung gesehen einen Hohlquerschnitt auf, so daß die Eintritts- und Austrittsfläche nicht wie beim Vollmischstab durch Grenzflächen des Materials gebildet sind, sondern die Querschnittsflächen an den in Längsrichtung gegenüberliegenden Enden des Hohlmischstabes sind. Die Eintritts- und Austrittsfläche sind somit keine Materialflächen, auf denen sich Beschläge und/oder Verschmutzungen bilden können. Ein Hohlmischstab weist also eine Eintritts- und Austrittsfläche in Luft auf, wenn die Umgebungsatmosphäre Luft ist. Der Hohlquerschnitt ist durch mehrere, sich von der Eintrittsfläche zur Austrittsfläche erstreckende reflektierende Flächen gebildet. Diese reflektierenden Flächen können beispielsweise durch auf einer Seite verspiegelte Platten verwirklicht werden. Da solche verspiegelten Platten in der Regel nur 95 bis 98 Prozent des einfallenden Lichtes reflektieren und die einfallenden Lichtstrahlen im Mittel mehrfach reflektiert werden, kommt es bei den bei digitalen Projektoren verwendeten Lichtleistungen aufgrund der Reflexionsverluste zu einer sehr starken Erwärmung des Hohlmischstabes, die bis zu seiner Zerstörung führen kann.

[0005] Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, den Lichtmischstab der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß die oben beschriebenen Schwierigkeiten so gut wie vollständig überwunden werden.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Lichtmischstab der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Lichtmischstab zwei in der Lichtführungsrichtung hintereinander angeordnete und optisch miteinander gekoppelte Lichtführungseinrichtungen umfaßt, von denen eine ein Vollmischstab-Abschnitt ist und die andere einen mit reflektierenden Flächen begrenzten Hohlquerschnitt aufweist, wobei ihr dem Vollmischstab-Abschnitt abgewandtes Ende die Austritts- oder Eintrittsfläche ist. Da dieses Ende der anderen Lichtführungseinrichtung die Austritts- oder Eintrittsfläche bildet, wird verhindert, daß sich Verschmutzungen oder Beschläge auf der Austritts- bzw. Eintrittsfläche bilden. Gleichzeitig bleibt die Apertur der Austritts- bzw. Eintrittsfläche erhalten, da diese durch die reflektierenden Flächen begrenzt ist. Der Lichtmischstab kann bevorzugt geradlinig oder abgewinkelt sein.

[0007] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes erstrecken sich die reflektierenden Flächen teilweise über den Vollmischstab-Abschnitt. Dadurch ist der Lichtmischstab besonders einfach herzustellen. So können die reflektierenden Flächen beispielsweise mittels optischen Feinkitts, der lichtdurchlässig ist, mit der einen Lichtführungseinrichtung verbunden werden. Bei dieser Art der Verbindung wird vorteilhaft keine weitere Halterung oder Fassung benötigt.

[0008] Ferner kann der erfindungsgemäße Lichtmischstab insbesondere dadurch weitergebildet werden, daß die beiden Lichtführungseinrichtungen unterschiedlich große Querschnittsflächen aufweisen. Dadurch wird ein Lichtmischstab bereitgestellt, mit dem eine Änderungen der Querschnittsfläche in einfacher Art und Weise möglich ist. Wenn die andere Lichtführungseinrichtung eine größere Querschnittsfläche als der Vollmischstab-Abschnitt aufweist und diesen teilweise übergreift, kann die andere Lichtführungseinrichtung so angeordnet werden, daß sie nicht in Kontakt mit dem Vollmischstab-Abschnitt steht und daß zwischen ihnen ein Spalt ist. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, daß der übergreifende Teil der anderen Lichtführungseinrichtung nicht die Totalreflexion des Vollmischstab-Abschnitts in diesem Bereich aufhebt.

[0009] Eine besonders bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes besteht darin, daß die beiden Lichtführungseinrichtungen unterschiedliche Querschnittsformen aufweisen. Dadurch ist es sogar möglich, die Querschnittsform des Lichtmischstabes von der Eintrittsfläche zur Austrittsfläche hin in technisch einfacher Weise zu ändern. So kann beispielsweise der Vollmischstab-Abschnitt einen fünfeckigen Querschnitt aufweisen, wohingegen die andere Lichtführungseinrichtung einen viereckigen Querschnitt aufweist.

[0010] Der erfindungsgemäße Lichtmischstab ist in einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung so ausgebildet, daß beide Lichtführungseinrichtungen jeweils einen viereckigen, rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweisen. Ein solcher Querschnitt läßt sich besonders einfach mit der gewünschten Genauigkeit herstellen, so daß die Herstellung des Lichtmischstabes einfach möglich ist.

[0011] Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes mit Vorteilen besteht darin, daß er eine weitere Lichtführungseinrichtung umfaßt, die einen mit reflektierenden Flächen begrenzten Hohlquerschnitt aufweist und die mit dem Vollmischstab-Abschnitt an seinem von der anderen Lichtführungseinrichtung abgewandten Ende optisch gekoppelt ist, wobei das dem Vollmischstab abgewandte Ende der weiteren Lichtführungseinrichtung die Eintrittsfläche bildet und das Ende der anderen Lichtführungseinrichtung die Austrittsfläche bildet. Mit diesem Lichtmischstab ist es möglich, die Bildung von Verschmut-

zungen und Beschlägen sowohl auf der Eintritts- als auch auf der Austrittsfläche wirksam zu verhindern.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes nimmt seine Querschnittsfläche von der Eintrittsfläche bis zur Austrittsfläche hin ab. Da bei einem Lichtmischstab das Produkt von Eintrittsfläche und Apertur der Eintrittsfläche gleich dem Produkt von Austrittsfläche und Apertur der Austrittsfläche ist, wird eine größere Apertur der Austrittsfläche möglich. Weiterhin kann die Eintrittsfläche relativ groß ausgebildet werden, was zu einem leichten Einkoppeln des Lichts in den Lichtmischstab führt.

[0013] Der erfindungsgemäße Lichtmischstab kann insbesondere bei einer Optikvorrichtung mit einer zu beleuchtenden Fläche und einer Beleuchtungsoptik, die die Austrittsfläche auf die zu beleuchtende Fläche abbildet, verwendet werden. Bevorzugt umfaßt die Optikvorrichtung noch eine Projektionsoptik zum Projizieren der zu beleuchtenden Fläche auf eine Projektionsfläche. Durch diese Verwendung wird eine Optikvorrichtung bereitgestellt, bei der aufgrund des Aufbaus des Lichtmischstabes verhindert wird, daß die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung der zu beleuchtenden Fläche nachteilig beeinflusst wird, da sich Beschläge oder Verschmutzungen auf der Austritts- bzw. Eintrittsfläche des Lichtmischstabes nicht niederschlagen können.

[0014] Der Lichtmischstab der erfindungsgemäßen Optikvorrichtung kann in bevorzugten Weiterbildungen gemäß dem beschriebenen erfindungsgemäßen Lichtmischstab ausgebildet werden.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen im Prinzip beispielshalber noch näher erläutert. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Lichtmischstabes;

[0017] Fig. 2 eine Vorderansicht des in Fig. 1 gezeigten Lichtmischstabes;

[0018] Fig. 3 eine prinzipielle Darstellung einer erfindungsgemäßen Optikvorrichtung mit dem in Fig. 1 und 2 gezeigten erfindungsgemäßen Lichtmischstab;

[0019] Fig. 4 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes;

[0020] Fig. 5 eine Vorderansicht eines erfindungsgemäßen Lichtmischstabes gemäß einer weiteren Ausführungsform, und

[0021] Fig. 6 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Lichtmischstabes gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0022] In Fig. 3 ist eine erfindungsgemäße Optikvorrichtung schematisch in einer Draufsicht gezeigt, wobei beispielhaft ein Strahlenverlauf eingezeichnet ist. Die Optikvorrichtung enthält eine Lichtquelle 1, einen Lichtmischstab 2 und eine dem Lichtmischstab 2 nachgeschaltete Beleuchtungsoptik 3, mit der aus dem Lichtmischstab 2 austretendes Licht auf eine zu beleuchtende Fläche 4 abgebildet werden kann. Die zu beleuchtende Fläche 4 ist bevorzugt ein bildzeugendes Element und kann beispielsweise eine Kippspiegelmatrix oder eine LCD-Matrix sein, wobei die zu beleuchtende Fläche bevorzugt viereckig, insbesondere rechteckig oder quadratisch ist. Die Optikvorrichtung umfaßt ferner noch eine Projektionsoptik 5, mit der die zu beleuchtende Fläche 4 auf eine Projektionsfläche 6 projiziert werden kann. Somit ist in Fig. 3 eine Projektionsvorrichtung gezeigt, mit der die mittels des bildzeugenden Elements erzeugten Bilder auf die Projektionsfläche 6 projiziert werden können.

[0023] Der Lichtmischstab 2 weist eine der Lichtquelle 1 zugewandte Eintrittsfläche 7 und eine der Lichtquelle 1 abgewandte Austrittsfläche 8 auf. Wie insbesondere aus Fig. 1 und 2 ersichtlich ist, umfaßt der Lichtmischstab 2 einen qua-

derförmigen Vollmischstab-Abschnitt 9 und einen an dem der Eintrittsfläche 7 abgewandten Ende des Vollmischstab-Abschnitts 9 vorgesehenen Endabschnitt 10. Der Vollmischstab-Abschnitt 9 besteht aus einem für das Licht der Lichtquelle 1 transparenten Material, wie z. B. Glas.

[0024] Der Endabschnitt 10 weist einen Hohlquerschnitt auf, der durch vier Platten 11, 12, 13, 14 begrenzt ist. Die Innenseiten 15, 16, 17, 18 der Platten 11, 12, 13, 14 sind verspiegelt. Das der Eintrittsfläche 7 abgewandte Ende des Endabschnitts 10 bildet die Austrittsfläche 8. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, laufen die Innenseiten im Querschnitt gesehen jeweils unter einem rechten Winkel zusammen. Dies wird bei den Platten 11 und 14 dadurch erreicht, daß die auf der Innenseite 18 der Platte 14 aufliegende Seitenfläche der Platte 11 senkrecht zu ihrer Innenseite 15 verläuft. In gleicher Weise sind die rechten Winkel zwischen den Innenseiten 15, 16; 16, 17 und 17, 18 verwirklicht. Bei diesem Aufbau müssen lediglich die aufliegenden Seitenflächen der Platten 11 bis 14 und die Innenseiten 15 bis 18 (bzw. die die Austrittsfläche 8 begrenzenden Kanten der Innenseiten) möglichst exakt gebildet sein. Alle anderen Kanten und Flächen der Platten 11 bis 14 können grob gestaltet und grob bemast sein. Dies vereinfacht die Herstellung.

[0025] Die Platten 11 bis 14 sind so angeordnet, daß sich die Innenseiten 15 bis 18 senkrecht zur Endfläche 19 des Vollmischstab-Abschnitts 9 erstrecken. Somit erstreckt sich auch der Lichtmischstab 2 geradlinig. Die Platten 11 bis 14 können natürlich auch so angeordnet sein, daß sich die Innenseiten 15 bis 18 nicht in einem rechten Winkel zur Endfläche 19 erstrecken. In diesem Fall ist der Lichtmischstab 2 dann geknickt.

[0026] Wie am besten aus Fig. 1 ersichtlich ist, erstrecken sich die Platten 11 bis 14 in Längsrichtung des Lichtmischstabes 2 teilweise über den Vollmischstab-Abschnitt 9, so daß der Endabschnitt 10 den Vollmischstab-Abschnitt 9 teilweise übergreift. Die Platten 11 bis 14 sind mittels eines optischen Feinkitts an dem Vollmischstab-Abschnitt 9 fixiert. Alternativ kann auch statt des optischen Feinkitts in dem in Fig. 2 gezeigten Zustand ein Schrumpfschlauch (nicht gezeigt) über die Platten 11 bis 14 bevorzugt im Bereich des Vollmischstab-Abschnitts 9 übergestülpt und danach erwärmt werden, wodurch er sich so zusammenzieht, daß die Platten 11 bis 14 unter elastischer Vorspannung gegen den Vollmischstab-Abschnitt 9 gedrückt und somit fixiert werden. Bei diesem Lichtmischstab 2 heben die Platten 11 bis 14 in dem Bereich, in dem sie in Kontakt mit dem Vollmischstab-Abschnitt 9 stehen, die Totalreflexion auf und ersetzen sie durch Reflexion an den verspiegelten Innenseiten 15 bis 18. Somit wird der Endabschnitt 10 optisch mit dem Vollmischstab-Abschnitt 9 gekoppelt und ist in Lichtführungsrichtung von der Eintrittsfläche 7 zur Austrittsfläche 8 gesehen hinter dem Vollmischstab-Abschnitt 9 angeordnet.

[0027] Der Lichtmischstab 2 ist bevorzugt so ausgelegt, daß bei dem in Fig. 1 gezeigten Zustand die Länge des in Längsrichtung des Lichtmischstabes 2 über den Vollmischstab-Abschnitt 9 überstehenden Teils des Endabschnitts 10 (also der überstehende Hohlabschnitt) größer ist als die Schärfentiefe der Beleuchtungsoptik 3. Bevorzugt ist die Länge des überstehenden Teils zumindest eine Größenordnung größer als die Schärfentiefe. Dadurch wird sichergestellt, daß eine Verschmutzung oder ein Beschlag auf der Endfläche 19 des Vollmischstab-Abschnitts 9 zu keiner wesentlichen Verschlechterung der Ausleuchtung der zu beleuchtenden Fläche 4 führt.

[0028] Der in Fig. 1 und 2 gezeigte Lichtmischstab 2 erstreckt sich geradlinig. Er kann jedoch beispielsweise im Verlauf des Vollmischstab-Abschnitts 9 geknickt sein. Wesentlich ist dabei, daß die Lichtmischung des eingekoppel-

ten Lichts im wesentlichen im Vollmischstab-Abschnitt 9 stattfindet, so daß der Vorteil der sehr geringen Übertragungsverluste eines Vollmischstabs ausgenutzt wird, und daß die Austrittsfläche 8 durch den Endabschnitt 10 mit dem Hohlquerschnitt festgelegt ist, so daß die Austrittsfläche 8 immer frei von Beschlägen und Verschmutzungen ist. Der Beitrag des Endabschnitts 10 zur Lichtmischung hängt von seiner Länge ab und ist um so größer, je länger er ist.

[0029] Bei diesem Lichtmischstab 2 kann eine Halterung vorgesehen sein, die nur an den Außenseiten der Platten 11 bis 14 des Endabschnitts 10 angreift und somit zu keinerlei Verlusten im Lichtmischstab 2 führt. Wenn der übergreifende Teil des Endabschnitts 10 nicht groß genug ist, den Lichtmischstab mit einer Halterung zu halten, die nur am Endabschnitt 10 angreift, kann die Halterung auch noch am Vollmischstab-Abschnitt 9 angreifen. An der Kontaktstelle der Halterung mit dem Vollmischstab-Abschnitt 9 wird die Totalreflexion aufgehoben, wodurch Verluste entstehen. Diese können dadurch verringert werden, daß die Halterung im Kontaktbereich verspiegelt ist. Jedoch sind auch in diesem Fall die Verluste immer noch geringen als bei einem reinem Vollmischstab, da bei diesem die Halterung an zwei voneinander in Längsrichtung des Vollmischstabs beabstandeten Stellen angreifen müßte und somit die Verluste größer wären.

[0030] Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes 2 findet kein Übergreifen des Vollmischstab-Abschnitts 9 durch den Endabschnitt 10 statt, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist. Bei dieser Ausführungsform liegt die Endfläche 19 des Vollmischstab-Abschnitts 9 in der gleichen Ebene wie die Eintrittsfläche des Endabschnitts 10, so daß es an der Übergangsstelle zwischen dem Vollmischstab-Abschnitt 9 und dem Endabschnitt 10 zu keinen Lichtverlusten kommt. Ferner wird in keinem Bereich des Vollmischstab-Abschnitts 9 die Totalreflexion aufgehoben.

[0031] In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes 2 gezeigt. Bei dieser Ausführungsform ist die Querschnittsfläche des Endabschnitts 10 größer als die Querschnittsfläche des Vollmischstab-Abschnitts 9. Der Vollmischstab-Abschnitt 9 und der Endabschnitt 10 sind so angeordnet, daß die Mittelpunkte ihrer Querschnittsflächen auf der Längsmittelachse des Lichtmischstabes 2 liegen. Wenn der Endabschnitt 10 den Vollmischstab-Abschnitt 9 überlappt, wie dies z. B. bei der Ausführungsform in Fig. 1 gezeigt ist, führt dies dazu, daß in dem Überlappungsbereich zwischen dem Vollmischstab-Abschnitt 9 und dem Endabschnitt 10 ein umlaufender Spalt 20 vorhanden ist. Dadurch wird das Licht in dem Lichtmischstab 2 bis zur Endfläche 19 des Vollmischstab-Abschnitts 9 mittels Totalreflexion geführt und erst im überstehenden Hohlabschnitt des Endabschnitts 10 wird es mittels Reflexion an den Platten 11 bis 14 geführt. Damit sind die durch die Reflexionen an den Platten 11 bis 14 bedingten Verluste im Vergleich zu dem in Fig. 1 und 2 gezeigten Lichtmischstab 2 verringert.

[0032] Alternativ kann der erfindungsgemäße Lichtmischstab 2 auch so verwendet werden, daß der Endabschnitt 10 zur Lichtquelle 1 hin gewandt ist und daß dessen Ende die Eintrittsfläche 7 bildet (somit sind gegenüber der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform die Eintritts- und Austrittsflächen miteinander vertauscht). Dies verringert die Wärmebelastung des Lichtmischstabs 2, da bei der in Fig. 3 gezeigten Optikvorrichtung der sekundäre Fokus der Lichtquelle 1 in der Ebene der Eintrittsfläche 7 liegt und somit dort die größte thermische Belastung für den Lichtmischstab auftritt. Da in diesem Bereich bei dieser Ausführungsform der Lichtmischstab einen Hohlquerschnitt aufweist, wird die

Materialbelastung deutlich verringert.

[0033] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lichtmischstabes weist der Vollmischstab-Abschnitt 9 an seinen beiden Enden jeweils einen Endabschnitt 10, 21 mit einem Hohlquerschnitt auf. Diese Endabschnitte 10, 21 können, wie in Fig. 6 beispielhaft gezeigt ist, beide wie bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform ausgebildet sein. Sie können jedoch auch entsprechend den anderen beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet sein. Bei einem solchem Lichtmischstab 2 ist sowohl die Eintrittsfläche 7 als auch die Austrittsfläche 8 in Luft gebildet, wodurch die oben beschriebenen Vorteile solcher Eintritts- und Austrittsflächen kombiniert sind.

[0034] Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform kann, wenn die Endabschnitte 10 und 21 am Vollmischstab-Abschnitt 9 anliegen, eine Halterung vorgesehen werden, die nur in Kontakt steht mit den Endabschnitten 10 und 21. Da eine solche Halterung bevorzugt an den Außenseiten der Platten der Endabschnitte 10 und 21 angreift, führt eine solche Halterung vorteilhaft zu keinerlei Verlusten der Lichtübertragung im Lichtmischstab 2.

Patentansprüche

1. Lichtmischstab (2) mit einer Eintrittsfläche (7) und einer Austrittsfläche (8), der über die Eintrittsfläche (7) eingekoppeltes Licht entlang einer Lichtführungsrichtung zur Austrittsfläche (8) führt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Lichtmischstab (2) zwei in der Lichtführungsrichtung hintereinander angeordnete und optisch miteinander gekoppelte Lichtführungseinrichtungen (9, 10) umfaßt, von denen eine ein Vollmischstab-Abschnitt (9) ist und die andere einen von reflektierenden Flächen (15, 16, 17, 18) begrenzten Hohlquerschnitt aufweist, wobei ihr dem Vollmischstab-Abschnitt (9) abgewandtes Ende die Austritts- oder Eintrittsfläche (8, 7) bildet.
2. Lichtmischstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die reflektierenden Flächen (15, 16, 17, 18) teilweise über den Vollmischstab-Abschnitt (9) erstrecken.
3. Lichtmischstab nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Lichtführungseinrichtungen (9, 10) unterschiedlich große Querschnittsflächen aufweisen.
4. Lichtmischstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Lichtführungseinrichtungen (9, 10) voneinander verschiedene Querschnittsformen aufweisen.
5. Lichtmischstab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Lichtführungseinrichtungen (9, 10) jeweils einen viereckigen Querschnitt, insbesondere einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt, aufweisen.
6. Lichtmischstab nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtmischstab (2) eine weitere Lichtführungseinrichtung (21) umfaßt, die einen mit reflektierenden Flächen gebildeten Hohlquerschnitt aufweist und die mit dem Vollmischstab-Abschnitt (9) an seinem von der anderen Lichtführungseinrichtung (10) abgewandten Ende optisch gekoppelt ist, wobei das dem Vollmischstab-Abschnitt (9) abgewandte Ende der weiteren Lichtführungseinrichtung (21) die Eintrittsfläche (7) bildet und das Ende der anderen Lichtführungseinrichtung (10) die Austrittsfläche (8) bildet.
7. Lichtmischstab nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, daß seine Querschnittsfläche von der Eintrittsfläche (7) bis zur Austrittsfläche (8) hin abnimmt.

8. Verwendung eines Lichtmischstabs nach einem der Ansprüche 1 bis 7 bei einer Optikvorrichtung mit einer zu beleuchtenden Fläche (4) und einer Beleuchtungsoptik (3), die die Austrittsfläche (8) auf die zu beleuchtende Fläche (4) abbildet.

9. Verwendung nach Anspruch 8, wobei die Optikvorrichtung weiter eine Projektionsoptik (5) zum Projizieren der zu beleuchtenden Fläche (4) auf eine Projektionsfläche (6) umfaßt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

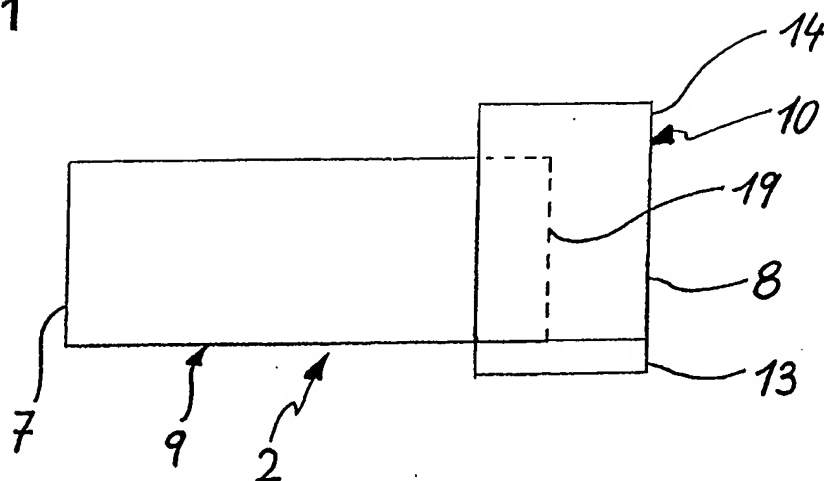


Fig. 2

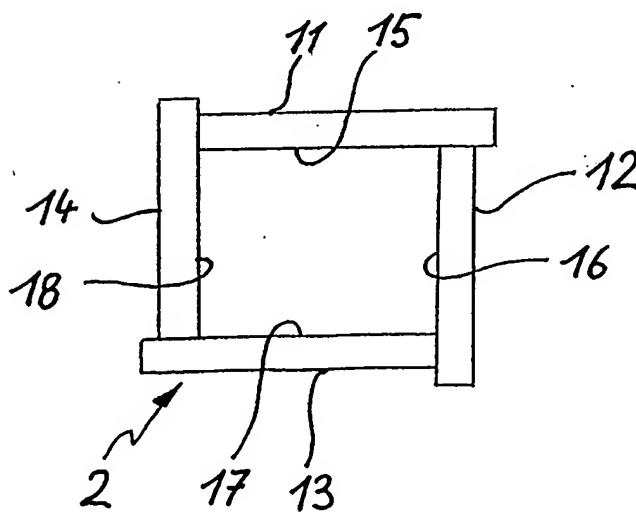


Fig. 3

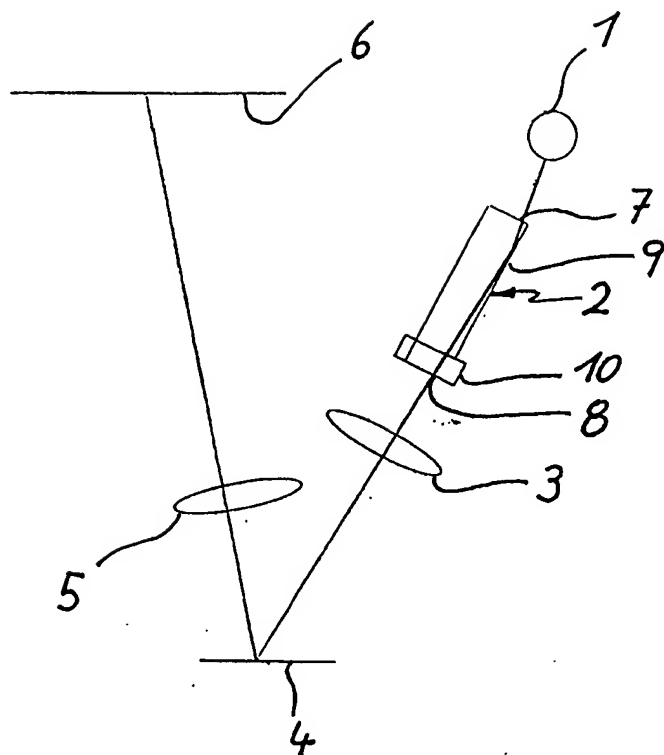


Fig. 4

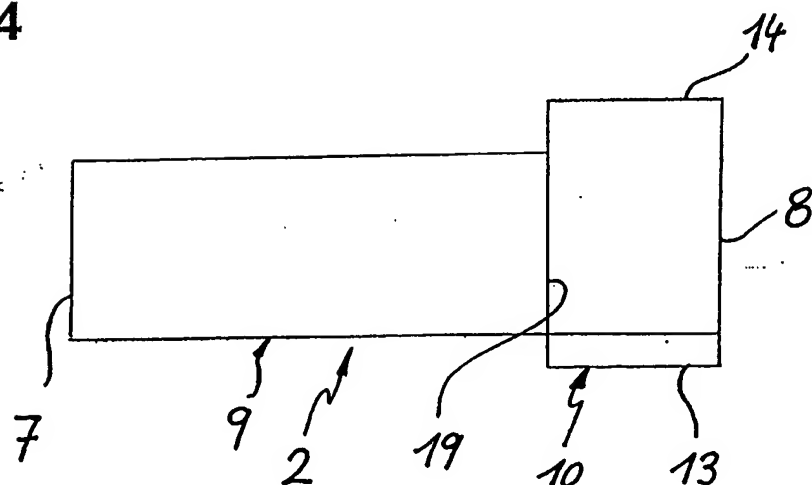


Fig. 5

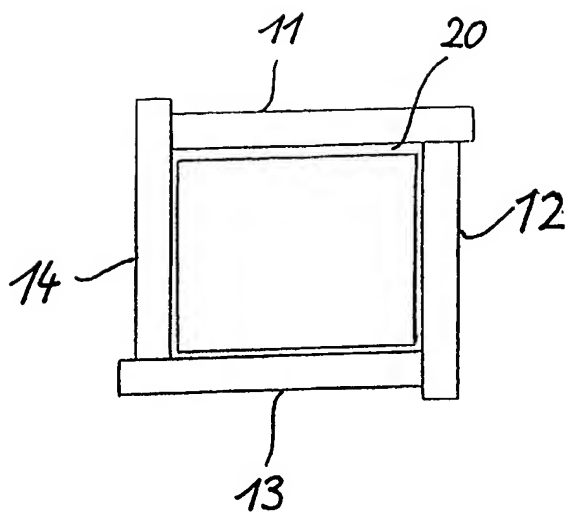


Fig. 6

